



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Simo Hietamäki

MEKATRONIIKAN TYÖHÖN PEREH- DYTYS (AUTOMAATIO)

Ohjekirja automaatioasentajille

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Simo Hietamäki
Opinnäytetyön nimi	Mekatroniikan työhön perehdytys (Automaatio)
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	31 + 1 liite
Ohjaaja	Tapani Esala ja Marko Viertokangas

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Vaasassa sijaitsevaan W3X-linjakokoonpanoverstaalle mekatroniikkaan. Opinnäytetyön aiheena on suunnitella ohjekirja W20V34DF/SG-moottorityyppien automaatioasennusten perehdytystä varten erityisesti uusille automaatioasentajille.

Työ aloitettiin perehtymällä edelliseen ohjekirjaan ja selvittämällä minkälaisia päivityksiä tarvittaisiin. Tutkittiin sähköpiirustuksia ja niiden kanssa käytettäväksi suunniteltiin perehdytysohjekirja helpottamaan uusia automaatioasentajia. Kerättiin kuvamateriaalia sekä vihjeitä linjakokoonpanon automaatioasentajilta. Lisäksi tarkkailtiin muita sisäisiä dokumentteja asennuksista.

Tuloksena saatiin yksinkertaiset ja kattavat perehdytysohjeet linjakokoonpanolle. Työhön kerättiin mekatroniikan työvaiheilta 5–7 tärkeimmät automaatioasennukset, joista kirjattiin esimerkkejä ja malleja asennusten helpottamiseksi. Ohjekirja nähtiin tarpeelliseksi, koska vanha perehdytysohjekirja käsitteli vanhaa tietoa.

ABSTRACT

Author	Simo Hietamäki
Title	Introduction to Mechatronics Work (automation)
Year	2020
Language	Finnish
Pages	31+1 Appendage
Name of Supervisor	Tapani Esala and Marko Viertokangas

This thesis was made for the mechatronics team in line assembly of Wärtsilä Finland Oyj, Delivery Centre Vaasa. The purpose of the thesis was to design an introduction manual for new automation assemblers about the W20V34DF/SG engine types.

The thesis began with studying the older manual and by figuring out what kind of upgrades were needed. The introduction manual needed to be made by following the electrical drawings to ease the work of new automation assemblers. The material collected was from the older assemblers and by taking pictures of their work. Other internal documents were also inspected for this manual.

The result achieved was a simple and comprehensive introduction manual for line assembly. The most important automation installations from mechatronics work steps 5–7 were collected for the thesis, and examples were recorded to ease the installations. The introduction manual was required because the old manual contained of old information.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

LYHENNELUETTELO

1	JOHDANTO	8
2	WÄRTSILÄ	9
2.1	Historiaa	9
2.2	Päämäärä ja strategia	10
2.3	Wärtsilän liiketoiminta	11
2.3.1	Marine solutions	14
2.3.2	Energy solutions	15
2.3.3	Service	17
2.4	SMART TECHNOLOGY HUB	18
3	LINJATUOTANTO WÄRTSILÄSSÄ	19
4	UNIC -JÄRJESTELMÄ	21
5	OHJEKIRJAN LUONTI AUTOMAATIOASENNUKSILLE	23
5.1	Ohjekirjan esittely	23
5.2	Yleiset automaatioasennus ohjeet	23
5.3	Vaihe 5	25
5.4	Vaihe 6	27
5.5	Vaihe 7	28
6	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET	31

LIITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. Wärtsilän ensimmäinen diesel moottori.	9
Kuva 2. Kestävän kehityksen mukaisten yhteiskuntien luominen älykkäällä tekniikalla.	10
Kuva 3. Wärtsilän strategia.	11
Kuva 4. Wärtsilän liiketoimintamalli.	12
Kuva 5. Liikevaihtoliiketoiminnoittain vuonna 2019.	13
Kuva 6. Wärtsilän liikevaihto alueittain vuonna 2019.	13
Kuva 7. Merenkulkualan palveluvalikoima.	14
Kuva 8. Wärtsilä LNGPac (Nesteytettyä maakaasua käyttävä järjestelmä) sijoitettuna alukseen.	15
Kuva 9. Wärtsilä W20V34SG -moottoreilla varusteltu kaasuvoimalaitos.	16
Kuva 10. Wärtsilä servicen tarjoamia palveluja.	17
Kuva 11. Asiakastukikeskuksen esite kysymyksien vastaamiseen.	17
Kuva 12. Smart Technology Hub havainne näkymä.	18
Kuva 13. W3X-linjakokoonpanon layout.	19
Kuva 14. Wärtsilä 34DF L-moottori.	20
Kuva 15. Wärtsilä 34DF V-moottori generaattorisettiin kiinnitettynä.	20
Kuva 16. UNIC -järjestelmän yleinen rakenne.	21
Kuva 17. Paineanturi ja lämpötila anturi.	24
Kuva 18. Kaapeleiden vienti terävien reunojen ylitse turvallisesti.	24
Kuva 19. Käytettyjä kaapeleiden kiinnitys tarvikkeita.	25
Kuva 20. Sentry Langaton lämpötilanvalvontajärjestelmä.	26
Kuva 21. Hitsaus varoituskyltti.	29

LIITELUETTELO

LIITE 1. Mekatroniikan työhön perehdytys (Automaatio)

LYHENNELUETTELO

CAN	Controller area network, automaatioväylä
DE	Drive end, vauhtipyörän pää
ESM	Engine safety module, moottorin turvamoduuli
FE	Free end, vapaa pää
HT	High temperature, korkea lämpötila
IDM	Integrated document management, integroitu dokumenttien hallinta
IOM	Input/output module, tulo-lähtö-moduuli
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardointiorganisaatio
LCP	Local control panel, paikallisohjauskeskus
LDU	Local display unit, paikallisnäyttöyksikkö
LOM	Lube oil module, voiteluöljymoduuli
LT	Low temperature, matala lämpötila
MCM	Main control module, pääohjausmoduuli
PDM	Power distribution module, tehonsyöttömoduuli
CCM	Cylinder control module, sylinterin hallintamoduuli
PE	Protectional earth, suojamaa
UNIC	Wärtsilä Unified Controls, Wärtsilän yhdistetty ohjausjärjestelmä
MES	Manufacturing Execution System, tuotannonohjausjärjestelmä
WIP	Wärtsilä instrument panel, Wärtsilä toimilaitepaneeli
LNG	Liquified Natural Gas, nesteytetty maakaasu
DF	Dual Fuel, monipolttoaine
SG	Gas, kaasu
DCV	Delivery Centre Vaasa, toimituskeskus Vaasa

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n W3X-linjakokoonpanon mekatroniikkaan, vaiheille 5–7. Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella uusille automaatioasentajille ohjekirja perehdytystä varten. Mekatroniikassa automaatioasentajilla on iso vastuu varmistaa moottoreiden sähkölaitteiden asennus ja testaus.

Linjakokoonpanossa, jossa valmistetaan monen tyyppisiä moottoreita, täytyy pysyä mahdollisimman nopeaan tahtiin, koska moottoreilla on tietty aikataulu ja kun yksi moottori hidastaa linjaa, muutkin moottorit pysähtyvät paikalleen. Työn pitää olla sujuvaa, eikä turhia viivästyksiä saisi olla. Tämän takia on tärkeää perehdyttää uudet asentajat hyvin, ettei tulisi virheitä. Jos virheet ovat kriittisiä, linjatuo-
tanto hidastuu. Uusien työntekijöiden on helppo katsoa valmista asennustapaa, joka on selitetty ja kuvattu oikein.

Työssä tutustuttiin moottoreiden piirustuksiin ja niihin liittyviin ohjaaviin kommentteihin. Ohjekirja on rakennettu noudattaen sähköpiirustuksia, aikaisemmin tehtyjä ohjeita sekä MES-järjestelmässä sijaitsevia ohjeita. Uusi ohjekirja oli tarpeen, koska moottorit ovat päivittyneet ja edellinen ohjekirja käsitteli vanhaa tietoa. Ohjekirjassa käsitellään moottoreihin asennettavien sähkölaitteiden, kuten sähkökeskuksen, kytkentärasioden ja antureiden asennuspaikkoja ja -tapoja. Ohjekirja tuo hyviä esimerkkejä realistisista asennustavoista.

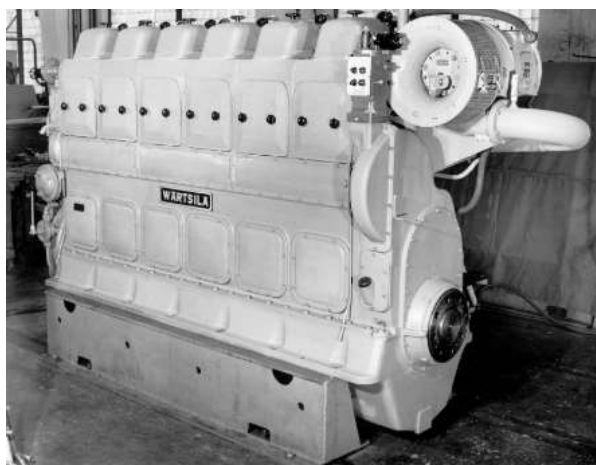
2 WÄRTSILÄ

Wärtsilä on kansainvälisesti johtava älykkään teknologian ja kokonaislinkaari-ratkaisujen toimittaja merenkulku- ja energiamarkkinoilla. Wärtsilä maksimoi asiakkaiden alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuuden ja taloudellisuuden keskittymällä kestäviin innovaatioihin, data-analytiikkaan ja kokonaishyötysuhteeseen. /1/

2.1 Historiaa

Wärtsilä perustettiin vuonna 1834 Tohmajärven Wärtsilän kylään. Nils Ludvig Arppe osti yrityksen vuonna 1836 ja perusti sen rinnalle rautaruukin vuonna 1851. Tämän jälkeen yrityksestä tuli osakeyhtiö vuonna 1898, nimeltään Wärtsilä Aktiebolag. Vuonna 1907 muodostettiin uusi yhtiö Ab Wärtsilä Oy. /2/

Wärtsilällä oli merkittävä rooli sotatarviketilausten toimittajana sotien jälkeen. Wärtsilän yritystoiminnassa alkoi uusi vaihe, kun sen muutamia vuosia aiemmin ostama ja omistama telakka-, paperikone- ja lukkoteollisuuden aloilla toimiva Kone- ja Siltarakennus Oy lisättiin Wärtsilään vuonna 1938. Wärtsilä alkoi suunnittelemaan ensimmäistä omaa dieselmoottoria vuonna 1954 Vaasassa (**Kuva 1**). Vuonna 1965 Wärtsilän konserniin kuului telakoiden lisäksi muun muassa Arabian posliinitehdas, Abloy, Nuutajärven lasitehdas, paperikonetehdas Järvenpäässä, sekä nousevana alana dieselmoottorien valmistus. /2/

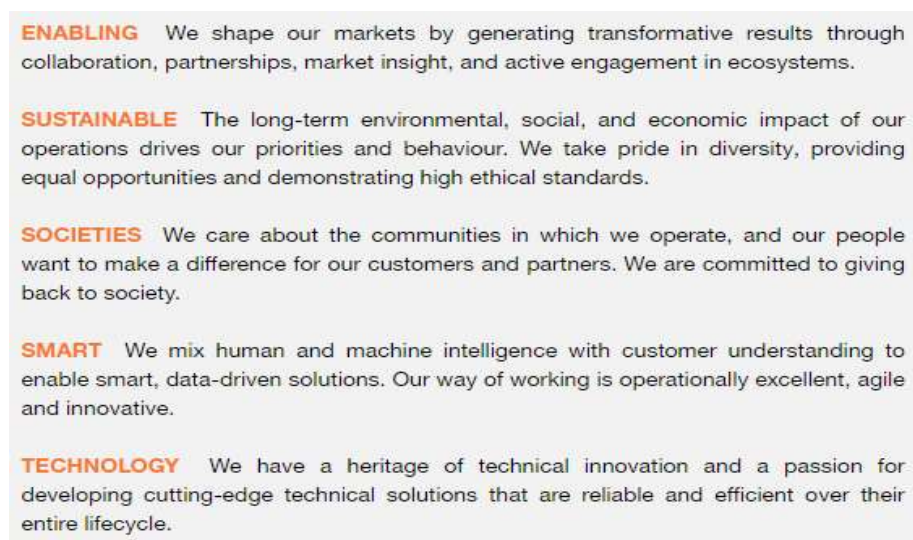


Kuva 1. Wärtsilän ensimmäinen dieselmoottori. /2/

Wärtsilä ja Lohja perustivat metalli ja rakennus yhtiön nimeltä Metra Oy vuonna 1990. Metra osti Wärtsilä diesel tytäryrityksen ja vaihtoi nimensä takaisin Wärtsiläksi. 2000 luvulla Wärtsilä rupesi keskittymään suurimmalta osalta moottoreiden valmistamiseen. /2/

2.2 Päämäärä ja strategia

Wärtsilän päämääränä on kehittää kestävää yhteiskuntaa älykkäällä teknologialla. Puhtaan ja joustavan energian kysyntä sekä tehokkaiden ja turvallisten kuljetusjärjestelmien tarve vaikuttavat yhä enemmän asiakkaiden toimintaan. Wärtsilän kannattavaa kasvua koskevia tavoitteita tukevat sen vahva asema keskeisillä markkinoilla sekä ylivertainen maailmanlaajuinen huoltoverkosto. Wärtsilä panostaa laitteiden suorituskyvyn optimointiin päivityksillä, modernisoinneilla, polttoainekonversioilla ja turvallisuusratkaisuilla sekä data-analytiikkaa ja tekoälyä hyödyntämällä, mikä tukee myös asiakkaiden liiketoimintaan liittyvää päätöksentekoa. Laitteiden suorituskykyä optimoidaan älykkään teknologian ja verkottumisen avulla. Joustavan tuotannon ja toimitusketjun hallinnan avulla Wärtsilä etsii jatkuvasti uusia keinoja varmistaa ratkaisujensa laatu ja kustannustehokkuus, usein yhteistyössä asiakkaiden ja alan johtavien yhteistyökumppanien kanssa. /3/ Wärtsilän tarkoitus kuvassa 2.



Kuva 2. Kestävän kehityksen mukaisten yhteiskuntien luominen älykkäällä tekniikalla. /3/

Panostukset tutkimukseen ja tuotekehitykseen ja erityisesti digitalisaatioon luovat tukevan perustan, joka turvaa ja vahvistaa yhtiön aseman markkinalähtöisten innovaatioiden johtavana kehittäjänä. Tällainen innovaatiokulttuuri sekä turvallisuuden, monimuotoisuuden ja korkeiden eettisten periaatteiden jatkuva painottaminen tuovat yhtiöön ammattitaitoisia ja sitoutuneita työntekijöitä ja luovat pohjan erittäin suorituskykyiselle organisaatiolle. Toiminnan erinomaisuus takaa, että Wärtsilän kanssa on helppo tehdä yhteistyötä. Se myös parantaa tuottavuutta ja tehokkuutta asiakkaiden eduksi. /3/ Wärtsilän strategia kaavio esitetty kuvassa 3.

Wärtsilän strategia

SMART ENERGY

näyttää tietä kohti 100% uusiutuvan energian tulevaisuutta

SMART MARINE

johtaa alan muutosta kohti merenkulun älykästä ekosysteemiä



Kuva 3. Wärtsilän strategia. /3/

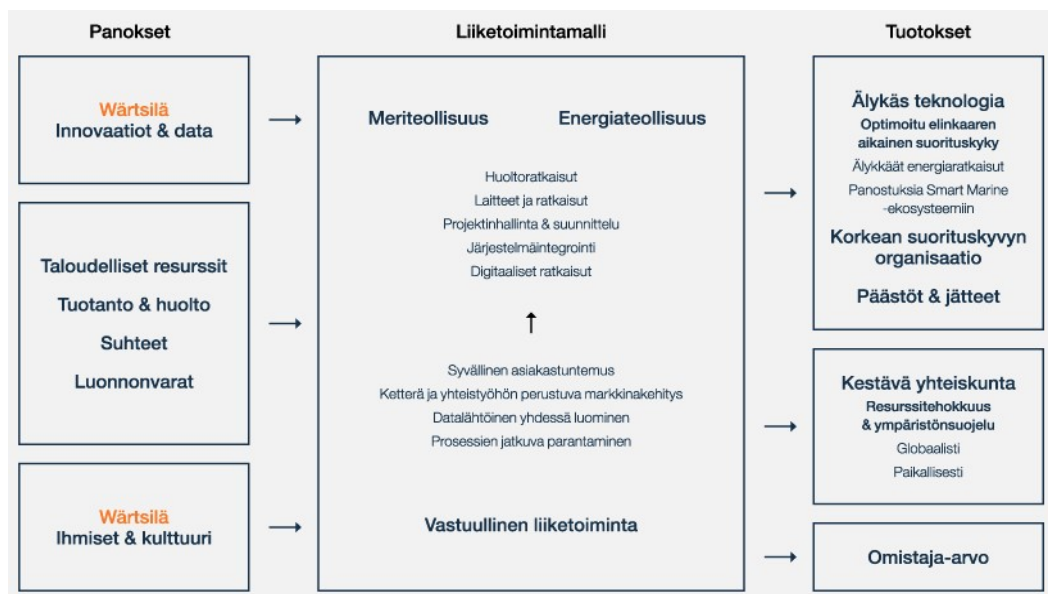
2.3 Wärtsilän liiketoiminta

Wärtsilän kolme suurinta liiketoiminta-aluetta ovat Marine solutions (meriratkaisut), Energy solutions (energian tuotanto) ja Customer support (palvelut ja huolto). Wärtsilän tuotevalikoimaan meripuolella kuuluvat nykyään diesel-, kaasu- ja kaksoispolttoainemoottorit, laivojen voimansiirtojärjestelmät (alennusvaihteet ja potkurijärjestelmät) sekä huoltopalvelut. Energiapuolelle Wärtsilä valmistaa die-

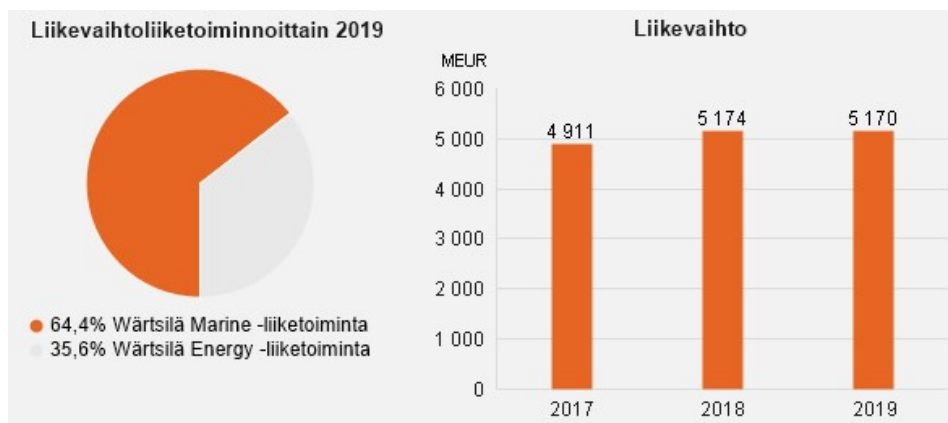
sel-, kaas- ja kaksoispolttoainemoottoreita sekä biopolttoainevoimaloita sähkön ja lämmön tuotantoon. Wärtsilä toimittaa myös voimaloita kokonaistoimituksina ja hoitaa koko voimalaitoksen pystytyksen. Palveluihin kuuluvat yleisesti tuotteiden huolto ja tekninen tuki. /1/

Valmistusmalli perustuu kokoonpanotehtaisiin, joten pitkäjänteiset suhteet maailmanlaajuiseen toimittajaverkostoon ovat erittäin tärkeitä. Wärtsilällä on noin 1 120 suoraan avaintoimittajaa, sekä noin 19 000 työntekijää, jotka edustavat yli 130 kansallisuutta /3/. Käytetty liiketoimintamalli esitelty kuvassa 4.

Wärtsilällä on edellytykset olla ensisijainen yhteistyökumppani asiakkaille sekä kiinnostava työnantaja nykyisille ja uusille työntekijöille. Wärtsilä on sitoutunut harjoittamaan liiketoimintaansa vastuullisesti ja edistämään vastuullisia käytäntöjä arvoketjunsä kaikissa vaiheissa.



Kuva 4. Wärtsilän liiketoimintamalli. /3/



Kuva 5. Liikevaihto liiketoiminnoittain vuonna 2019. /3/

Wärtsilän tavoitteena on parantaa taloudellista tulosta sekä luoda lisäarvoa osakkeenomistajille ja yhteiskunnalle. Taloudellisena tavoitteena on tuottaa sijoittajille kilpailukykyinen tuotto, joka saavutetaan kasvavalla ja kannattavalla liiketoiminnalla. Wärtsilä ei ole määritellyt aikataulua tavoitteiden saavuttamiselle. Vuonna 2019 Wärtsilän liikevaihto pysyi vakaana ollessaan 5 170 miljoonaa euroa (**kuva 5**). /1/ Alueittain esitelty liikevaihto kuvassa 6.



Kuva 6. Wärtsilän liikevaihto alueittain vuonna 2019. /1/

2.3.1 Marine solutions

Wärtsilän tavoitteena on luoda merenkulun ekosysteemi, jossa meriteollisuudessa käytetään vain puhtainta saatavilla olevaa polttoainetta. Wärtsilän optimoidut, ympäristömyötäiset ja taloudellisesti järkevät ratkaisut ja palvelut parantavat merenkulun kilpailukykyä ja kannattavuutta sekä luovat edellytyksiä koko yhteiskunnan kestäväälle kehitykselle. Hiilineutraalisuus on tulevaisuudessa alan toimijoille haasteena, jota varten on kehitettävä taloudellisesti kannattavia vaihtoehtoja.

Wärtsilällä on laaja valikoima ratkaisuja ympäristöystävällisempää tulevaisuutta kohti. Energiatehokkuutta parantavien teknologioiden käyttö, laivamatkan ja alusten optimointidataa hyödyntäen sekä energialähteiden ja polttoaineiden siirtymä ovat kaikki asioita, joita Wärtsilä pystyy tukemaan. Marine solutions tarjoaa asiakkailleen monia tuotteita, kuten kauppalaivat, kaasutankkerit, risteilyalukset ja matkustajalautat, sota-alukset sekä erikoisalukset. /4/ Tuotteita ja ratkaisuja, joita Wärtsilällä on tarjota on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Merenkulkualan palveluvalikoima. /4/

Wärtsilän laivanrakennusprosessin aikana sovitaan ja suunnitellaan asiakkaiden kanssa yhdessä heidän tarpeisiinsa sopivan aluksen rakennus. Alusten suunnittelu on tehtävä käyttäen mahdollisimman joustavia ratkaisuja, jotka mahdollistavat aluksen mukauttamisen sen elinkaaren aikana siten, että pystytään siirtymään hiilineutraalisuuteen. Asiakkaat toivovat yleisesti mahdollisimman turvallista, ympäristöystävällistä ja mahdollisimman vähän polttoainetta kuluttavaa vaihtoehtoa. /4/ Nesteytettyä maakaasua käyttävä järjestelmä alukseen sijoitettuna kuvassa 8.



Kuva 8. Wärtsilä LNGPac sijoitettuna alukseen. /12/

2.3.2 Energy solutions

Wärtsilä Energy johtaa muutosta kohti tulevaisuutta, jossa sähkö tuotetaan sata-prosenttisesti uusiutuvalla energialla. Asiakkaiden auttaminen hyödyntämään energiamurroksen koko potentiaalin optimoimalla asiakkaan energiajärjestelmiä ja huolehtimalla siitä, että asiakkaiden investointi kantaa pitkälle tulevaisuuteen. /1/

Wärtsilän kolme tärkeintä asiakassegmenttiä energiamarkkinoilla ovat sähkölaitokset, itsenäiset voimantuottajat ja teollisuusasiakkaat. Sähkölaitoksien tarkoituksena on tuottaa sähköä, lämpöä ja kaasua asumisen, kaupan ja teollisuuden tarpeisiin. Sähkölaitokset varmistavat riittävän voimantuotannon eri kuormitustilanteisiin sekä tarjoavat asiakkailleen kustannustehokkaita ja luotettavia tuotteita ja palveluja. Itsenäiset voimantuottajat rakentavat voimalaitos- ja varastointikapasiteettia ja myyvät sähköä sähkölaitoksille tai suoraan loppukäyttäjille. Niiden investoinnit ovat tuottohakuisia, ja tekniset vaatimukset määräytyvät kulloisenkin sovelluksen mukaan, samaan tapaan kuin sähkölaitoksilla. Teollisuusasiakkaat ovat suurimmalta osalta yksityisiä teollisuusyrityksiä, joilla on energiantensiivistä tuotantoa. Investoimalla omaan voimantuotantoon, alennetaan energiakustannuksia ja

parannetaan huoltovarmuutta varautumalla kantaverkon mahdollisiin luotettavuusongelmiin. Wärtsilä palvelee tämän asiakasryhmän ylintä segmenttiä eli isoja teollisuusyrityksiä, joiden sähköntarve on suhteellisen suuri, esimerkiksi datakeskuksia, sementtitehtaita ja kaivoksia. /5/

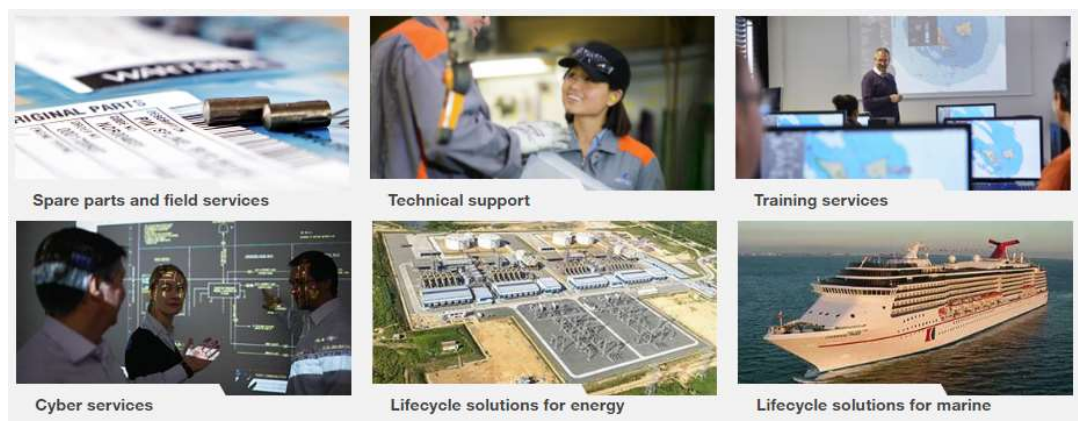
Wärtsilän energiaratkaisut soveltuvat hyvin monenlaisiin tarkoituksiin, esimerkiksi perusvoiman tuotantoon, kantaverkon vakautta varmistavaan tuotantoon, kuormitushuippujen tasaamiseen, kuormaa seuraavaan tuotantoon sekä laajalti uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuvien energijärjestelmien optimointiin. Moottorivoimalat, kuten kuvassa 9, räätälöidään aina modulaarisia tuotteita ja palveluja hyödyntäen kunkin asiakkaan yksilöllisiin tarpeisiin. Wärtsilän ratkaisut tukevat sähköjärjestelmien vakautta parhaalla mahdollisella tavalla, sillä ne tarjoavat eniten joustavuutta, tuovat merkittäviä kustannussäästöjä ja antavat mahdollisuuden reagoida optimaalisesti vaihtelevan voimantuotannon nopeisiin muutoksiin. /5/



Kuva 9. Wärtsilä W20V34SG -moottoreilla varusteltu kaasuvoimalaitos.

2.3.3 Service

Wärtsilä service parantaa asiakkaidensa liiketoimintaa tarjoamalla palveluita ja ratkaisuja asennustensa koko elinkaaren aikana. Tarjotaan asiantuntemusta, milloin ja missä tahansa. Asiantuntijat voivat suorittaa esimerkiksi kunnostustöitä, vianetsintää, paikan päällä ja työpajoilla suoritettavia korjauksia, paikalla tapahtuvaa koneistamista, auditointeja, mittauksia ja analyyskejä sekä päivityksiä ja jälki-asennuksia. Insinöörien laaja koulutus erikoistuneiden testien ja diagnoosien suorittamiseen asennuksessa kuuluu myös palveluihin. /6/ Kuvassa 10 on servicen portfolio.



Kuva 10. Wärtsilä servicen tarjoamia palveluja. /6/

Huoltopalvelut on merkittävän suuri osa Wärtsilän liiketoimintaa. Valmistettujen moottoreiden pitkä elinikä varmistaa huollon tarpeet ja palvelut tarpeellisiksi. Moottorit vaativat aina jossain välissä huoltoa tai muita päivityksiä, joten asiantuntijoita tullaan tulevaisuudessakin tarvitsemaan. Asiakastuen esite kuvassa 11.



Kuva 11. Asiakastukikeskuksen esite kysymyksien vastaamiseen. /6/

2.4 SMART TECHNOLOGY HUB

Smart Technology Hub on Wärtsilän tulevaisuus Vaasassa. Wärtsilä on rakentamassa Vaasaan uutta Smart Technology Hubia, joka toimii tutkimus- tuotanto- ja tuotokeskuksena Vaskiluodossa (**Kuva 12**). Tämä älykäs teknologiakeskus on Wärtsilän seuraava askel älykkään merenkulun ja älykkään energianalan toimintaan. Tarkoituksena on lisätä ketteryyttä toiminnassa ja tehostaa testausta sekä parantaa tuotekehitysratkaisuja meri-, öljy- ja kaasuteollisuudelle kuin myös uusille energiajärjestelmille. Wärtsilän visio on luoda kumppaneiden kanssa ekosysteemi, jossa tutkimus ja tuotekehitys suoritetaan yhdessä Wärtsilän asiakkaiden ja toimittajien kanssa. /7/

”Konekunnossapidon ja lohkokoneistuskeskuksen myyminen uusille yhteistyökumppaneille on jälleen yksi konkreettinen osoitus Wärtsilän muuntumisesta konepajayhtiöstä teknologiayhtiöksi. Kuten jo aikaisemmin olemme kertoneet, rakennamme ekosysteemiä ja partneriverkostoa Smart Technology Hubin ympärille. Meidän ei kuitenkaan tarvitse odottaa Hubin valmistumista vaan voimme aloittaa uusien toimintamallien kehittämisen jo nyt. Tulevaisuudessa kukaan ei pärjää yksin - eikä kaikkea ole syytä tehdä itse - vaan yhteistyötä tehdään tiiviisti ekosysteemissä alan parhaiden osaajien kanssa”, kertoo Wärtsilä Finlandin toimitusjohtaja Vesa Riihimäki. /7/

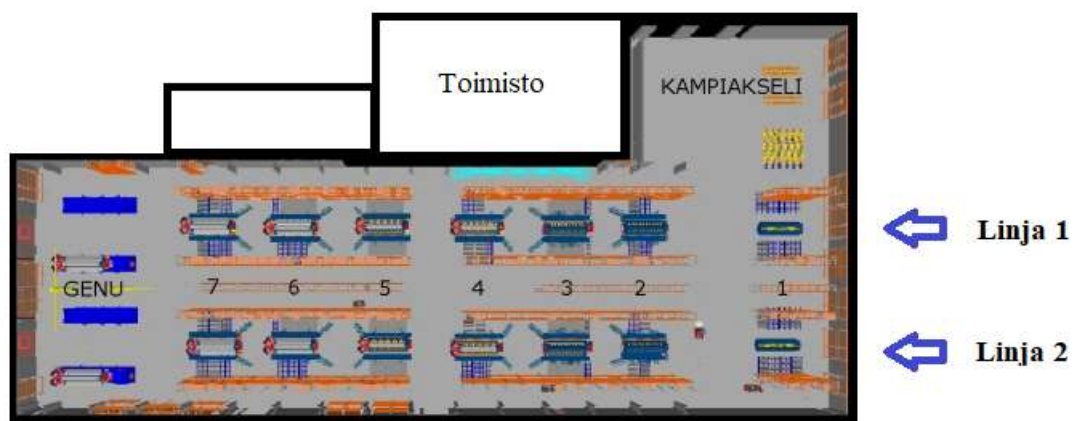


Kuva 12. Smart Technology Hub-havainnenäkymä. /7/

3 LINJATUOTANTO WÄRTSILÄSSÄ

DCV:n pääkokoonpano W3X-linjakokoonpano on yksi Vaasan Onkilahdessa sijaitsevista moottorikokoonpanoyksiköistä. Linjakokoonpano jaetaan kahteen osaan, linjoihin 1 ja 2. Molemmilla linjoilla valmistetaan W32-, W34-moottorimallia ja linjalla 2 vielä lisäksi W31-moottorimallia.

Kampiakselikokoonpano ja generaattorisetinasennus vaiheet toimivat molempien linjojen kanssa yhteistyössä. Vaiheet 1–7 ovat moottorin osakokoonpanovaiheita. Vaiheaika kaikissa vaiheissa on ~16 tuntia. Tällä pyritään siihen, että siirrot tapahtuisivat vaiheiden välillä samanaikaisesti, eikä tuotantolinjalle syntyisi tyhjiä paikkoja. Linjakokoonpanon layout esitelty kuvassa 13.



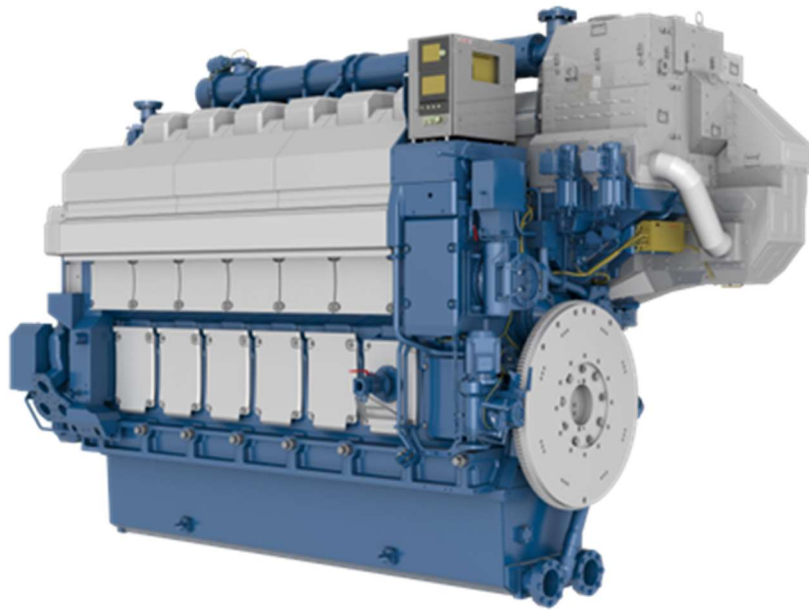
Kuva 13. W3X-linjakokoonpanon layout.

Vaihe 1 on lohkoasennusvaihe. Tällä vaiheella asennetaan moottorilohkon sisäiset asennukset, kuten nokka-akselit, kampiakseli ja lohkon sisäiset sentryanturit.

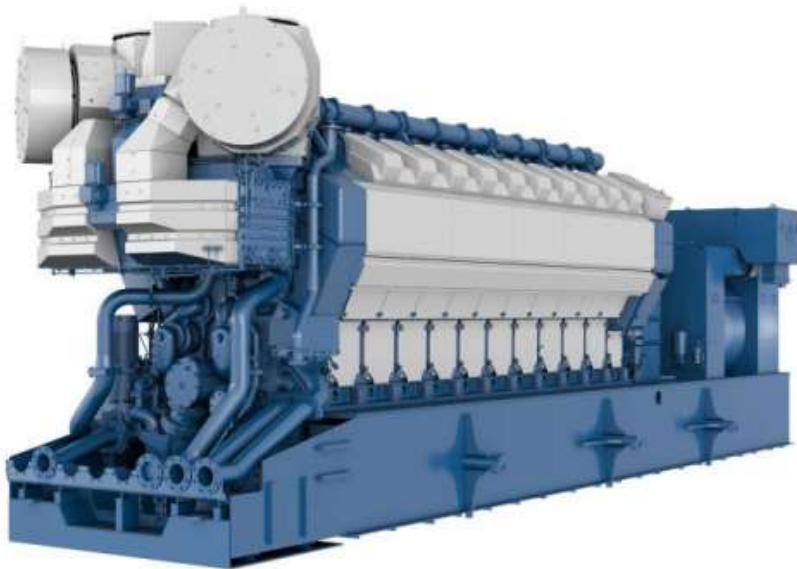
Vaiheet 2–4 ovat moduuliasennusvaiheita. Näillä vaiheilla asennetaan suurimmat moduulit, kuten sivuluukku ja turboahdin.

Vaiheet 5–7 ovat mekatroniikkavaiheita. Näillä vaiheilla asennetaan esimerkiksi moottoreiden sähkölaitteet ja anturit, sekä sylinterikannet ja moottorinsuojat.

Valmistettavia moottorityyppejä on kahdenlaisia, L- ja V-moottorityyppi. Kuvissa 14 ja 15 esitelty molemmat moottorityypit



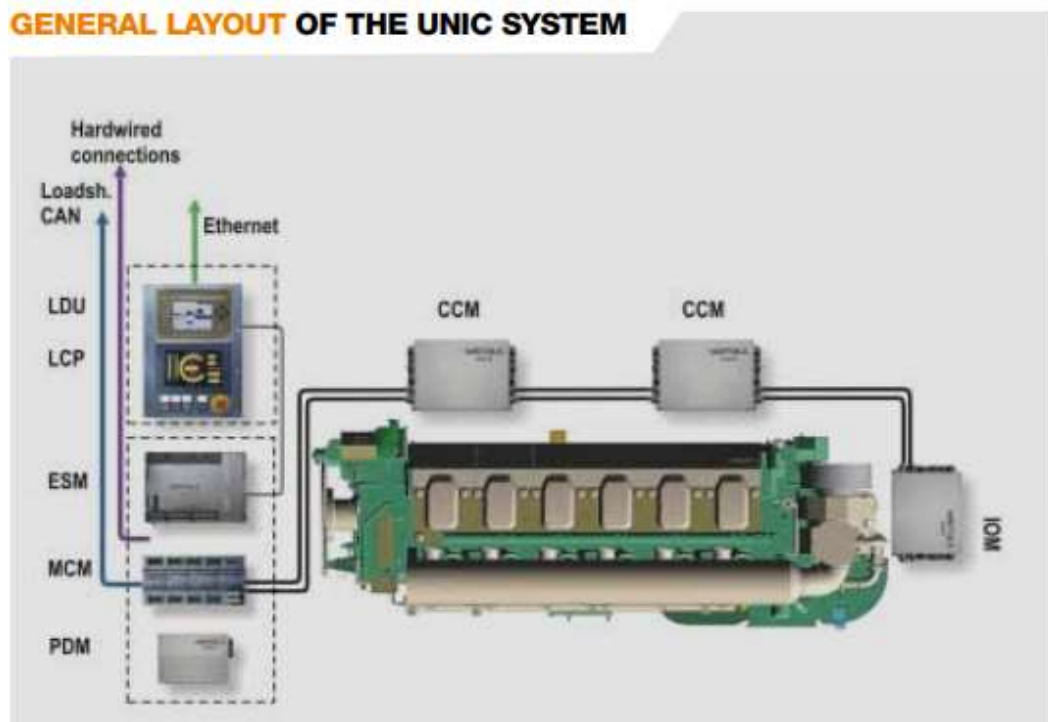
Kuva 14. Wärtsilä 34DF L-moottori. /10/



Kuva 15. Wärtsilä 34DF V-moottori generaattorisettiin kiinnitettynä. /11/

4 UNIC -JÄRJESTELMÄ

Moottoreissa käytettävä järjestelmä on Wärtsilä Unified Controls. UNIC-järjestelmä on suunniteltu tarkkailemaan moottorin toimintaa, kuten käynnistys-ohjaus, moottorin nopeuden ja kuormituksen ohjaaminen, moottorin suojaaminen ja antureiden mittaustulokset. /8/ UNIC-järjestelmän layout kuvassa 16.



Kuva 16. UNIC -järjestelmän yleinen rakenne. /8/

LDU -paikallisohtausnäytön toiminnot

- Mittaustulosten tarkasteleminen
- Moottorin viritys ja ohjelmistojen lataus
- Vikatilojen esitys ja tapahtumaloki
- Paikallisohtauspainikkeet.

ESM -moottorin turvamoduulin toiminnot

- Turvallisuustoiminnot
- Moottorin lukitustoiminnot
- Häätä-seis

- Ylinopeuden esto
- Ulkoiset sammutustoiminnot.

MCM -Pääohjausmoduulin toiminnot

- Nopeuden ja kuorman hallinta
- Tehonsäätö
- Moottorin hallinta.

PDM -Tehonsyöttömoduulin toiminnot

- Tehonsuodatus
- Viansuojaus
- Maasulun havaitseminen.

CCM -Sylinterin hallintamoduulin toiminnot

- Ruiskutuksen hallinta
- Sylinterikohtaiset lämpötilamittaukset
- Tärinä- ja painemittaukset.

IOM – Tulo-lähtömoduulin toiminnot

- Vapaasti aseteltavat tulot ja lähdöt
- Virtamittaukset
- Jännitemittaukset
- Taajuusmittaukset.

UNIC -järjestelmä on saatavana kaikkiin meri- ja voimalaitossovelluksiin, jotka on varustettu Wärtsilän monipolttoainemoottoreilla tai kipinäsytytetyillä kaasumoottoreilla. /8/

5 OHJEKIRJAN LUONTI AUTOMAATIOASENNUKSILLE

Perehdytysohjeet toteutettiin mekatroniikkavaiheen automaatioasennuksia varten. Ohjekirja käsittelee suurimmalta osalta kaikki tarvittavat automaatioasennukset V-moottorityypeille, pääasiassa käyttäen esimerkkinä malleja W34DF/SG. Tarkoituksena oli saada aikaan käytännöllinen ja mahdollisimman yksinkertainen ohjekirja.

Ohjekirjasta on olemassa vanha versio, jossa osa tiedoista oli käyttökelvotonta, koska ohjekirjaa ei ole päivitetty. Tämän takia uusi ohjekirja oli tarpeen. Lisäksi ohjekirjan avulla perehdytetään uusia automaatioasentajia. Uutta ohjekirjaa lähdettiin rakentamaan vanhan ohjekirjan perusteella.

5.1 Ohjekirjan esittely

Pohja saatiin suoraan vanhasta ohjekirjasta, mutta sisältö täytyi lähes kokonaan uudistaa. Ohjekirja perustuu täysin sähköpiirustusten kanssa yhteistyössä käytettäväksi. Pääotsikoiksi valittiin 4 suurempaa aihealuetta, mitkä kuuluvat mekatroniikan työtehtäviin

- Yleiset automaatioasennusohjeet
- Vaihe 5
- Vaihe 6
- Vaihe 7.

5.2 Yleiset automaatioasennusohjeet

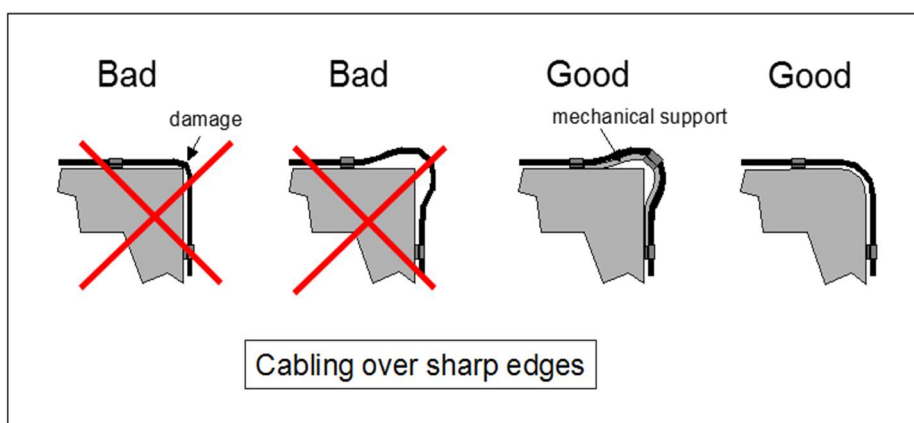
Yleisesti jokaisen automaatioasentajan täytyy osata hakea tarvittavat sähköpiirustukset suoritettavaa työtehtävää varten. Kaikki sähköpiirustukset ja kytkentäkuvat on saatavilla asentajille. Piirustukset on aina oltava asentajalla mukana suorittaessaan asennuksia. Piirustuksiin tehdään koko ajan päivityksiä, joten ulkomuistista asentaminen ei ole oikea tapa toimia. Tämän takia ohjekirja seuraa tarkasti sähköpiirustusten mukaisia asennustapoja. Automaatioasentajien täytyy toimia yhteistyössä mekaanisten asentajien kanssa.

Moottoreissa on monenlaisia antureita, jotka antavat mittaustiedon eteenpäin automaatiojärjestelmälle. Käytetyimpiä antureita ovat paine-, lämpötila- ja raja-anturit. Muita käytettyjä anturityyppejä ovat solenoidiventtiilit, pintakorkeus- ja värinäanturit. Yleisissä ohjeissa on kerrottu antureiden asennustavat ja muu mitä tulee huomioida niiden asentamisesta. Kuvassa 17 on paine- ja lämpötila-anturi.



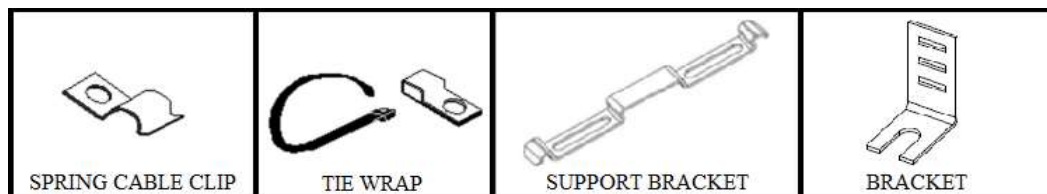
Kuva 17. Paineanturi ja lämpötila-anturi.

Jokaiselta anturilta täytyy kaapeli viedä oikealle kytkentärasialle. Joskus matkat anturin asennuspaikalta ovat hankalia ja täytyy olla erityisen varovainen kaapelin reitin kanssa. Ohjekirjassa esitellään, mitä kaapeloinnissa tulee ottaa huomioon. Tärkeimmät asiat ovat kaapeleiden reititys, kaapeleiden kiinnitys, lohko- ja kaapelimerkkien ja maadoituskaapeleiden asennus. Reitityksen merkitys on tärkeä, etteivät kaapelit vahingoitu (**Kuva 18**). Sähköpiirustuksiin on suunniteltu kaapelille turvallinen ja helppo asennusreitti.



Kuva 18. Kaapeleiden vienti terävien reunojen yli turvallisesti.

Kaapeleiden kiinnitys täytyy hoitaa oikealla tavalla oikeisiin paikkoihin. Kerrotaan kuinka useasta kohdasta kaapelit täytyy kiinnittää ja millaisia kiinnikkeitä käytetään yksittäisiin kaapeleihin ja kaapelinippuihin (**Kuva 19**).



Kuva 19. Käytettyjä kaapeleiden kiinnitystarvikkeita.

Kaapeli- ja lohkomerkkien asennus on tärkeää, että osataan kertoa mikä anturi sijaitsee missä. Varsinkin, kun kaapelit myöhemmin kytketään, voidaan olla varmoja, ettei tapahdu virheitä. Kaapeliin kiinnitetään metallinen kaapelimerkki, lohkomerkki kiinnitetään moottori lohkoon. Ohjeessa kerrotaan, miten merkit asennetaan ja sähköpiirustusten avulla selvitetään oikealle kaapelille oikea merkki.

Kaikki kytkentärasiat maadoitetaan. Maadoituksen tarkoituksena on varmistaa vikatilanteissa kaikkien metallisten osien jännitteettömyys, sekä johtaa haitalliset häiriövirrat maahan. Halutaan välttää korkeiden vikavirtojen aiheuttamia vahinkoja laitteille ja asentajille.

5.3 Vaihe 5

Vaihe 5 on mekatroniikan ensimmäinen vaihe. Tällä vaiheella moottoriin asennetaan suurin osa antureista, sähkökeskus, kytkentärasiat sekä pääasiassa hoidetaan kaapeleiden niputus. Ohjeeseen on kirjattu, miten näissä tämän vaiheen työtehtävissä täytyy toimia. Ohjekirjan otsikoidut työvaiheet tälle vaiheelle ovat

- lämpötila-antureiden asennus pakosarjoihin
- sentrykaapeleiden valmistelu sekä asennus
- keskuksen asennus
- powermodulen asennus
- nopeusantureiden asennus
- öljymoduulin ja vapaan pään antureiden asennus
- kaapeleiden niputus sivuluukkuun.

- anturit turboahtimen päässä
- sylinterikohtaiset varusteet.

Kaikki kytkentärasiat ja keskus asennetaan tärinää vaimentavien tärinäeristimien varaan, automaatiolaitteiden suojaamisen vuoksi. Sähkökeskusta asentaessa on huolehdittava, ettei siihen liitetyistä antureista mikään vahingoitu.

Sentry-anturit on suunniteltu seuraamaan laakereiden lämpötilaa ja antamaan välitöntä lämpötila-arvoa valvontajärjestelmälle (**Kuva 20**). Tällä vältetään moottorin suuria vahinkoja ja vääriä hälytyksiä. Lisäksi sentry-kaapelit ovat joustavia, kestäviä ja ne ovat helposti asennettavissa. /9/



Kuva 20. Sentry langaton lämpötilan valvontajärjestelmä. /9/

Nopeusantureiden tehtävänä on nimensä mukaisesti seurata moottorin nopeutta. Nopeusanturit asennetaan aina pareittain, P-primary (ensisijainen) ja S-secondary (toissijainen) siltä varalta, että jos toinen rikkoutuu.

Sivuluukku on kaapeleiden ensisijainen niputusreitti. Aina kun mahdollista, kaapelit viedään sivuluukun kautta asennuspaikoille. Sivuluukku suojaa kaapeleita vahingoittumiselta. Suurin osa kytkentärasioista on sijoitettu sivuluukkuun, mikä helpottaa kaapeleiden viemistä oikeille rasioille.

Sylinterikohtaisiin varusteisiin kuuluvat runkolaakereiden lämpötila-anturit, tärinäanturit, pakosarjojen lämpötila-anturit ja pilotpolttoainesuuttimet.

5.4 Vaihe 6

Vaiheella 6 kytketään kaikki väyläkaapelit ja anturit kytkentärasioille sekä keskukselle. Lisäksi vaiheella 6 asennetaan pääkaasuventiilit ja kaasumootoreihin sytytysjärjestelmälle varusteet. Ohjekirjan otsikot tälle vaiheelle ovat

- kaapeleiden kytkentä
- kaapelien asennus läpiviennistä
- väylä- ja moninapakaapelin parisuoja
- kaapeleiden reititys ja kiinnitys
- keskuksen kytkentä
- pääkaasuventiilien kaapeleiden asennus
- sytytysjärjestelmän varusteiden asennus
- lisälaitteiden kytkentä.

Kaapeleiden kytkentä on automaatioasentajille suurin ja aikaa vievin työ. Antureita on niin monia ja suurin osa kytketään automaatioasentajien toimesta. Osa antureista on valmiiksi kytkettynä alihankkijoiden toimesta. Kytkentää varten asentajan täytyy tutustua kyseisen moottorin kytkentäkuviin. Ohjekirjassa esitetään miten kytkentäkuvia luetaan. Ennen minkään kaapelin kytkemistä, asentajan täytyy tietää, että se saadaan vietyä oikealle kytkentärasialle oikeisiin liittimiin. Kytkentäkuvista selviää myös, miten kaapeli asennetaan.

Väylä- ja moninapakaapeleiden kytkemiseen kuuluu myös parisuojan asentaminen. Parikaapelin kahden johtimen kiertäminen toisiinsa vähentää magneettikentän aiheuttamien häiriöiden kytketymistä signaaliin, koska magneettikentän induoimat virrat ovat vierekkäisissä, toisiinsa nähden vastakkaisissa silmukoissa vastakkaisessa vaiheessa, jolloin ne kumoavat toisensa. Kaikkien väyläkaapeleiden parisuojat kytketään toisiinsa kiinni jatkoholkeilla. Parisuoja liitetään moottorin maadoitukseen vain yhdestä pisteestä. Mikäli parisuoja liitetään maadoitukseen molemmista päistään, on tuloksena suljettu virtapiiri. Virtapiiriin voi induoitua virtoja, jotka aiheuttavat häiriöitä mittaustuloksiin. Kutistesukalla suojataan johtimia läpivientien sisäpuolelta.

Kytkentärsioiden sisäisessä reitityksessä huomioidaan, että kaapeleiden johtimet on kiinnitetty tarpeeksi tihein välein ja siten, ettei ne pääse vahingoittumaan. Johtimet kuljetetaan aina johtokanavissa tai kiinnitetään kiinnitysrimoihin nippusiteillä. Johtimille asennetaan aina holkki, jotta vältetään mahdolliset huonot liitokset tai johtimien säikeiden hajoaminen.

5.5 Vaihe 7

Vaiheella 7 suoritetaan automaatiotestaus, johon kuuluu testi ohjelmien lataaminen ja kaikkien asennettujen antureiden toimivuuden tarkastaminen. Lisäksi 7. vaiheella asennetaan varoituskytöt ja varmistetaan, että kaikki muut merkit on asennettu. Ohjekirjan otsikot tälle vaiheelle ovat

- testipöytäkirja
- testipöytäkirjan täyttö
- mittaukset
- antureiden testaus
- moottorin viimeistely.

Testipöytäkirjassa on ohje moottorin testaukseen. Testaus täytyy suorittaa seuraan testipöytäkirjan vaihejärjestystä. Testipöytäkirjassa on ilmoitettu tarvittavat työkalut ja vaatimukset testaukseen. Testipöytäkirjalla varmistetaan, että jokainen asennettu sähkölaite ja anturi testataan. Saadaan myös asiakkaalle dokumentaatio siitä, kuka on testannut ja mitä kaikkea testataan.

Mittauksilla varmistetaan antureiden kytkennät. Resistanssimittauksilla saadaan selville suurin osa mahdollisista kytkentävirheistä. Kaikki mittaustulokset, jotka mittauksista pitäisi saada, on esitettynä testipöytäkirjassa. Saadut mittaustulokset kirjataan ylös ja varmistetaan, että ne eivät eroa testipöytäkirjassa annetuista arvoista.

Antureiden testauksessa tarkastetaan, että kaikki anturit on kytketty ja asennettu oikein. Antureiden toimivuuden voi varmistaa helposti moottorin sähkökeskuksesta sijaitsevasta LDU -näytöstä. LDU näyttää esimerkiksi lämpötila-antureiden

lämpötilat, paineantureiden paineet ja nopeusantureiden näyttämän kierrosnopeuden. Käytetään myös ulkoista ohjelmistoa antureiden testaamiseen.

Kun testi on suoritettu, moottori täytyy vielä viimeistellä. Käydään läpi kaikki kaapeleiden niputuspaikat ja varmistetaan, ettei kaapelit ole jääneet kiinnittämättä mistään. Tässä vaiheessa varmistetaan, että jokainen anturi on merkattu kaapeli- ja lohkomerkillä. Tämän jälkeen asennetaan hitsausvaroituskyltit (**Kuva 21**) ja moottorilohkon maadoitus.



Kuva 21. Hitsausvaroituskyltti.

6 YHTEENVETO

Lopputuloksena opinnäytetyön tekemisestä syntyi W3X-linjokokoonpanolle perehdytysohjekirja uusille ja nykyisille automaatioasentajille. Perehdytysohjekirjan tarkoituksena oli saada kattava määrä mahdollisia asennustapoja ja esimerkkejä siitä, kuinka suoriutua automaatioasentajana. Ohjekirjassa esitetyt vaiheet selventävät ja helpottavat sähköpiirustusten lukemista ja ymmärtämistä. Vikojen välttäminen ja asennusten laadun varmistaminen olivat merkittävimpiä syitä, miksi perehdytysohjekirja luotiin.

Ohjekirjan luomisessa käytettiin suurin aika tietojen keräämiseen, esimerkkien kuvaamiseen ja piirustusten tutkimiseen. Dokumentointia helpotti vanha versio ohjekirjasta, josta sai hyvän pohjan sekä paljon esimerkkejä, miten esittää asiat uudenmassa versiossa.

Ohjekirja tulee olemaan hyvä pohja jatkossa, kun moottorit päivittyvät ja tarvitaan uutta tietoa vastaavanlaiseen perehdytysohjekirjaan. Mahdollisuutena on myös laajentaa ohjekirjaa käsittelemään muita moottorimalleja kuin W34DF/SG.

LÄHTEET

- /1/ Wärtsilän kotisivut. Viitattu 20.3.2020
<https://www.wartsila.com/fi/wartsila>
- /2/ Wärtsilän historia. Viitattu 20.3.2020
<https://www.wartsila.com/about/history>
- /3/ Miksi sijoittaa Wärtsilään. Viitattu 10.4.2020
<https://www.wartsila.com/fi/sijoittajat/wartsila-sijoituskohteena>
- /4/ Tämä on Wärtsilä 2019 Marine. Viitattu 15.4.2020
<http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2019/ar/tama-on-wartsila/wartsila-marine-liiketoiminta/>
- /5/ Tämä on Wärtsilä 2019 Energy. Viitattu 15.4.2020
<http://www.wartsilareports.com/fi-FI/2019/ar/tama-on-wartsila/wartsila-energy-liiketoiminta/>
- /6/ Wärtsilä Customer support. Viitattu 16.4.2020
<https://www.wartsila.com/customer-support>
- /7/ Smart Technology Hub. Viitattu 27.4.2020
<https://www.wartsila.com/fi/sth>
- /8/ Wärtsilä UNIC engine control system for gas and dual fuel engines. Viitattu 2.5.2020
https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/service-catalogue-fil/es/electrical-automation-services/wartsila-unic-engine-control-system-for-gas-and-dual-fuel-engines.pdf?sfvrsn=94571e45_8
- /9/ Sentry Wireless Temperature Monitoring. Viitattu 3.5.2020
<https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/product-documents/sentry-gb-200-wireless-temperature-monitoring>
- /10/ Wärtsilä 34DF. Viitattu 4.5.2020
<https://www.wartsila.com/marine/build/engines-and-generating-sets/dual-fuel-engines/wartsila-34df>
- /11/ Wärtsilä 34DF Engine generating set. Viitattu 4.5.2020.
http://cdn.wartsila.com/docs/default-source/Power-Plants-documents/downloads/product-leaflets/w34df_leaflet.pdf
- /12/ Wärtsilä LNGPac. Viitattu 15.4.2020
<https://www.wartsila.com/marine/build/gas-solutions/fuel-gas-supply-system/lngpac>

LIITE 1. Mekatroniikan työhön perehdytys (Automaatio). Piilotettu.